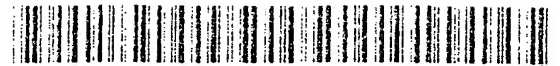


AD



101587, 345

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 27 296 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
F 02 C 9/46
F 02 C 7/00

⑲ Aktenzeichen: 197 27 296.7
⑳ Anmeldetag: 27. 6. 97
㉑ Offenlegungstag: 7. 1. 99

DE 197 27 296 A 1

㉒ **Anmelder:**

MTU Motoren- und Turbinen-Union München
GmbH, 80995 München, DE

㉓ **Erfinder:**

Hain, Klemens, Dr., 85259 Wiedenzhausen, DE;
Stanka, Rudolf, 84431 Rattenkirchen, DE

⑤⑥ **Entgegenhaltungen:**

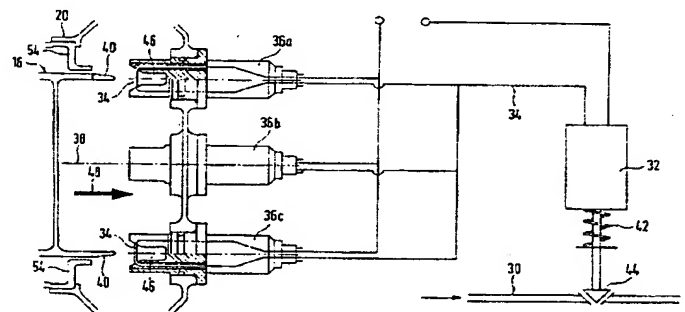
JP 3-121219 (A) in Patents Abstracts of Japan,
M-1147, 1991, Vol. 15, No. 321;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine**

⑤⑦ **Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine mit einer Schaltvorrichtung (36, 40) über die ein Stellglied (32) zum Schließen der Brennstoffleitung aktiviert wird, wenn infolge einer Überdrehzahl der Turbine eine unzulängliche Axialverschiebung der Turbinenwelle (16) auftritt (Fig. 2).**



DE 197 27 296 A 1

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 1 angegebenen Art.

Gasturbinen sind Wärmekraftmaschinen zur Abgabe von mechanischer Leistung bzw. Schubkraft. In ihrem Gehäuse sind eine über eine Brennstoffleitung versorgte Brennkammer, zumindest eine einen Rotor aufweisende Turbine und zumindest eine über eine Welle mit der Turbine verbundene und von dieser angetriebene Komponente, wie z. B. ein Niederdruckverdichter, ein Fan, ein Propeller, ein Generator, eine Arbeitsmaschine oder ähnliches vorgesehen.

Bei einem Bruch der Welle zwischen der Turbine und der angetriebenen Komponente besteht die Gefahr, daß es zu kritischen Überdrehzahlen der Turbine mit der Gefahr von weiteren Beschädigungen der Gasturbine und zu dieser benachbarter Bereiche kommt. Beispielsweise können bei Triebwerken von Fahrzeugen, Flugzeugen oder auch bei stationärem Betrieb bei Überdrehzahlen der Turbine in Folge von einem Bruch der Welle Drehzahlen entstehen, die benachbarte Scheiben zum Bersten bringen und dadurch betroffene Personen gefährden.

Es ist bekannt, bei einer Gasturbine eine Einrichtung zur Notabschaltung der Brennstoffzufuhr zur Brennkammer vorzusehen.

Bei einer bekannten Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine wird über einen Drehzahlsensor die Drehzahl der Turbine überwacht. Kommt es zu einem anormalen Anstieg der Turbinendrehzahl erfolgt die Abschaltung der Brennstoffzufuhr über eine entsprechende Schaltung im Triebwerksregler. Nachteilig ist hierbei die lange Ansprechzeit aufgrund des Reglerverzuges. Desweiteren sind die Drehzahlsensoren im Heißbereich, beispielsweise im Turbinenaustrittsbereich, nicht einsetzbar bzw. diese arbeiten dort nur unzuverlässig.

Gemäß einer anderen bekannten Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine wird bei einem Bruch der Welle zwischen dem Axiallager der Welle und dem Rotor der Turbine aufgrund der wirkenden Strömungskräfte in Axialrichtung der Rotor relativ zum Gehäuse stromab verschoben, wodurch die Laufschaufeln und die Leitschaufeln der Turbine aufeinandertreffen und dadurch den Rotor abbremmen. Über einen Drehzahlsensor eines Regelkreises wird die plötzliche Drehzahlveränderung der Turbine erfaßt und die Brennstoffzufuhr und somit die Gasturbine abgestellt. Eine solche Notabschaltung wird zur Zeit nur bei verhältnismäßig langsam drehenden Turbo-Fans eingesetzt. Problematisch ist auch hier die verhältnismäßig lange Ansprechzeit durch den Reglerverzug des Regelkreises. Bei kleineren, schnell laufenden Turbinen ist eine sichere Funktion und genaue Verhaltensweise einer derartigen Notabschaltung schwer bestimmbar.

Eine weitere bekannte Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine übersetzt die Axialbewegung des Rotors der Turbine stromabwärts bei einem Bruch der Welle über eine Gestänge- und/oder Seilmechanik auf ein Ventil in der Brennstoffleitung, das die Brennstoffzufuhr unterbricht. Problematisch bei dieser Lösung ist das Festsetzen der Mechanik durch Verkoken als Folge des Vorhandenseins von Öl und heißer Umgebung sowie als Folge von Korrosion. Desweiteren ist eine ständige Überprüfung der Funktionsfähigkeit und eine genaue Ausrichtung/Justage notwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 1 angegebenen Art derart auszubilden, daß eine einfache, schnelle und sichere Abschaltung der Brennstoffzufuhr zur Brennkammer bei einem

Bruch der Welle gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 in Verbindung mit seinen Oberbegriffsmerkmalen gelöst.

Nach der Erfindung ist eine die bei Bruch der Welle erfolgende axiale Verschiebung des Rotors gegenüber dem Gehäuse der Gasturbine feststellende Schaltvorrichtung vorgesehen, die über eine Signalleitung das Stellglied zum Schließen der Brennstoffzufuhr aktiviert.

Hierbei besteht die Schaltvorrichtung vorzugsweise aus zumindest einem mit dem Rotor verbundenen Betätigungselement und zumindest einem Sensor zur Erzeugung des Signals für das Stellglied.

Die durch die während des Betriebs der Gasturbine wirkenden Strömungskräfte in Axialrichtung stromabwärts verursachte Axialverschiebung des Rotors der Turbine in Strömungsrichtung bei einem Bruch der Welle führt in Verbindung mit der Drehbewegung des Rotors dazu, daß ein oder mehrere stromab des Rotors angeordnete Sensoren von den Betätigungselementen aktiviert werden und folglich das Stellglied geschlossen wird. Hierbei kommt es zu keinem Reglerverzug, da die Axialbewegung des Rotors unmittelbar zum Schließen des Stellgliedes führt. Zudem kann das Stellglied auf Schnellabschaltung optimiert werden, indem es lediglich mit einer Auf-/Zu-Charakteristik versehen ist. Mit geringster Verzögerungszeit erfolgt eine direkte Einwirkung auf das die Brennstoffzufuhr abschaltende Stellglied.

Der Schalter unterbricht vorzugsweise die Signalleitung, woraufhin sich das Stellglied schließt.

Um eine ungewollte Abschaltung des Stellgliedes zu vermeiden, beispielsweise durch einen Wackelkontakt im Sensor oder dem Ausfall eines Sensors, sind mehrere parallel geschaltete Sensoren und mehrere Betätigungselemente vorgesehen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird das Stellglied elektrisch zum Schließen aktiviert und insbesondere bildet hierbei eine elektrische Leitung die Signalleitung.

Zum einen wird das Stellglied bei Anliegen einer Nullspannung, beispielsweise über eine vorgespannte Feder, geschlossen - stromlos geschlossen -, also wenn die Schaltvorrichtung die stromdurchflossene Leitung unterbricht.

Zum anderen kann dem Stellglied auch ein elektrisches Negationsglied, wie ein Relais oder ähnliches, vorgeschaltet sein, so daß bei Unterbrechung der elektrischen Leitung das Relais schaltet, am Stellglied daraufhin Spannung anliegt und das Stellglied schließt - stromlos offen -.

Eine einfache Konstruktion des Betätigungselementes und des Sensors wird gewährleistet, wenn mehrere Betätigungselemente vorgesehen sind, die jeweils als Trennzahn ausgebildet sind. Der Sensor weist einen für die Trennzähne zugänglichen Bereich der elektrischen Leitung auf, so daß bei axialer Verschiebung der Trennzähne zusammen mit dem Rotor relativ zum Gehäuse der Gasturbine die elektrische Leitung von den Trennzähnen durchtrennt wird.

Vorzugsweise sind mehrere Trennzähne um die Längsachse der Welle herum sowie konzentrisch zu dieser angeordnet. Die Sensoren weisen hierbei Ausnehmungen auf, in die die mit der Welle und/oder dem Rotor mitdrehenden Trennzähne bei Bruch der Welle eingreifen.

Um zu verhindern, daß ein nachträgliches Schließen der Signalleitung über den Trennzahn oder andere metallische Rotorelemente erfolgt, ist der Trennzahn mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung versehen oder besteht aus einem elektrisch isolierenden Material, wie Keramik.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bildet eine optische Leitung die Signalleitung. Beispielsweise unterbricht dann das Betätigungselement die Lichtschanke der

optischen Leitung, woraufhin das Stellglied die Brennstoffzufuhr zur Brennkammer unterbricht.

Insbesondere bildet ein Magnetventil das Stellglied.

Die Funktionssicherheit der Einrichtung zur Notabschaltung der Brennstoffzufuhr zur Brennkammer bei einem Bruch der Welle kann noch dadurch erhöht werden, daß eine Notführung für den Rotor vorgesehen ist, die bei Bruch der Welle und der sich dabei ergebenden axialen Verschiebung des Rotors relativ zum Gehäuse die Aktivierung des Sensors durch das Betätigungselement gewährleistet. Diese Notführung kann beispielsweise ein Führungsring um den Rotor sein.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit der Zeichnung.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer Gasturbine mit einem Verdichter und einer Turbine bei einem Bruch der sie miteinander verbindenden Welle;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Erfindungsprinzips gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3a und **Fig. 3b** eine weitere prinzipielle Darstellung der Ausführungsform der Erfindung in Seitenansicht und Schnittansicht durch die Schaltvorrichtung von **Fig. 2**; und

Fig. 4a und **Fig. 4b** eine weitere schematische Darstellung des Erfindungsprinzips gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung in Seitenansicht und Ansicht auf einen Sensor.

In **Fig. 1** ist eine Gasturbine **10** mit einer Turbine **12** und einer von dieser angetriebenen Komponente, einem Verdichter **14**, dargestellt. Die Turbine **12** und der Verdichter **14** sind über eine Welle **16** miteinander verbunden.

Üblicherweise ist die Welle **16** beim Verdichter **14** über ein Axiallager **18** im Gehäuse **20** und bei der Turbine **12** über ein Loslager **22** gelagert. Die Welle **16** ist bei **A** zwischen Axiallager **18** und Loslager **22** gebrochen.

Die Welle **16** ist mit dem mehrere Laufschaufeln **24** aufweisenden Rotor **26** verbunden. Zwischen den Laufschaufeln **24** sind Leitschaufeln **28** in der Turbine **12** angeordnet, die ortsfest im Gehäuse **20** gelagert sind.

Zwischen der Turbine **12** und dem Verdichter **14** ist in bekannter Weise eine Brennkammer vorgesehen, die von einer Brennstoffleitung **30** versorgt wird, siehe **Fig. 2**.

In die Brennstoffleitung **30** ist ein Magnetventil **32** eingebracht, das die Zufuhr des Brennstoffes zur Brennstoffkammer bei Bedarf unterbricht. Das Magnetventil **32** ist über elektrische Leitungen **34** mit mehreren Sensoren **36a** bis **36c** verbunden, wobei die Sensoren **36** zueinander jeweils parallel geschaltet sind.

Die Sensoren **36** sind um die Längsachse **38** der Gasturbine **10** und der Welle **16** herum sowie konzentrisch zu dieser angeordnet und Betätigungselementen **40** zugeordnet.

Die Betätigungselemente sind als Trennzähne **40** ausgebildet und ebenfalls um die Längsachse **38** herum sowie konzentrisch zu dieser angeordnet. Die Trennzähne **40** sind integraler Bestandteil des freien Endes der Welle **16**, der fest mit dem Rotor **26** der Turbine **12** verbunden ist.

Am Magnetventil **32** liegt Spannung an. Im erregten Zustand des Magnetventils **32** ist dieses geöffnet und wird entgegen der Federkraft einer Feder **42** im erregten Zustand in der Öffnungsstellung gehalten. Fällt die Spannung am Magnetventil **32** ab, liegt somit eine Null-Spannung an, bewegt sich der Ventilschieber **44** des Magnetventils **32** in seine Schließposition und sperrt die Brennstoffzufuhr zur Brennkammer in der Brennstoffleitung **30**. Dieses Arbeitsprinzip des Magnetventils **32** nennt man "stromlos geschlossen".

Die Sensoren **36** sind auf ihrer den Trennzähnen **40** zugewandten Seite mit jeweils einer Ausnehmung **46** versehen,

in die bei axialer Verschiebung der Welle **16** zusammen mit dem Rotor **26** die mit der Welle **16** und dem Rotor **26** mit rotierenden Trennzähne **40** eingreifen und die elektrischen Leitungen **34** in den Ausnehmungen **46** durchtrennen.

Hierfür sind die Trennzähne **40** mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung aus Keramik versehen, wodurch ein nachträglicher Kurzschluß vermieden wird.

Wie sich insbesondere aus **Fig. 3b** ergibt, sind viele Trennzähne **40** konzentrisch zur Längsachse **38** um diese herum angeordnet.

Bei Bruch der den Verdichter **14** und die Turbine **12** miteinander verbindenden Welle **16**, beispielsweise bei **A**, wie in **Fig. 1** dargestellt, wird der Rotor **26** mit dem noch mit dem Rotor **26** verbundenen Teil der Welle **16** in Strömungsrichtung axial gemäß dem Pfeil **48** stromab bewegt. Dabei dreht der Rotor **26** mit den Laufschaufeln **24** und dem noch mit ihm verbundenen Teil der Welle **16** weiter, die Trennzähne **40** greifen in die Ausnehmung **46** der Sensoren **36** ein und scheren durch ihre um die Längsachse **36** rotierende sowie sich stromab gemäß dem Pfeil **48** ergebende Bewegung durch die elektrischen Leitungen **34** in den Ausnehmungen **46** der Sensoren **36**. Dadurch wird gleichzeitig in den drei Sensoren **36a** bis **36c** die elektrische Leitung **34** unterbrochen, woraufhin am Magnetventil **32** keine Spannung mehr anliegt. Durch die Feder **42** wird der Ventilschieber **44** nunmehr in die Schließposition bewegt und die Brennstoffzufuhr zur Brennkammer ist unterbrochen.

Der Rotor **26** mit seinen Laufschaufeln **24** sowie die Welle **16** im Bereich des Rotors **26** sind mit einer Führung **50** versehen, die die kreisförmig angeordneten Trennzähne **40** auch bei Bruch der Welle **16** coaxial zur Längsachse **38** hält, so daß diese in die Ausnehmungen **46** der Sensoren **36** eingreifen und die elektrischen Leiter **34** durchtrennen können. Die Führung **50** ist erst bei Bruch der Welle **16** wirksam.

Die maximale axiale Bewegung stromab der Welle **16** und des Rotors **26** ist durch einen Anschlag **54** begrenzt. Die für die Erzeugung des Signals erforderliche axiale Bewegung der Welle **16** ist, beispielsweise durch Vorsetzen von Distanzscheiben, einstellbar.

Alternativ hierzu kann statt einem elektrischen Leiter **34** auch ein Lichtleiter **34a** verwendet werden, der bei Durchtrennen ein Schließen des Magnetventils **32** gewährleistet.

Hierbei ist der Lichtleiter **34a** in den Sensoren mit Ausnahme der Ausnehmung **46** mit einer Isolierung **52** umgeben, siehe **Fig. 4**.

Mit der Erfindung wird eine Einrichtung zur Notabschaltung geschaffen, die eine schnelle unmittelbare sowie zuverlässig und wartungsarm Abschaltung der Brennstoffzufuhr zur Brennstoffkammer bei einem Bruch der Welle **16** gewährleistet.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine (**10**) mit einer über eine ein Stellglied (**32**) zum Unterbrechen der Brennstoffzufuhr zur Brennkammer aufweisende Brennstoffleitung (**30**) versorgten Brennkammer und mindestens einer einen Rotor (**26**) sowie eine daran angeschlossene Welle (**16**) aufweisenden Turbine (**12**), dadurch gekennzeichnet, daß eine die bei Bruch der Welle (**16**) erfolgende axiale Verschiebung des Rotors (**26**) gegenüber dem Gehäuse (**20**) der Gasturbine (**10**) feststellende Schaltvorrichtung (**36**, **40**) vorgesehen ist, die über eine Signalleitung (**34**) das Stellglied (**32**) zum Schließen der Brennstoffleitung aktiviert.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Schaltvorrichtung (36, 40) aus zumindest einem mit dem Rotor (26) verbundenen Betätigungselement (40) und zumindest einem Sensor (36) zur Erzeugung des Signals für das Schließen des Stellglieds (32) besteht.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Schaltvorrichtung (36, 40), die die Signalleitung (34) unterbricht.

4. Einrichtung nach Anspruch 2 oder 3, gekennzeichnet durch mehrere parallel geschaltete Sensoren (36) und mehrere Betätigungselemente (40).

5. Einrichtung gekennzeichnet durch ein elektrisch aktivierbares Stellglied (32).

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine elektrische Leitung (34) die Signalleitung bildet.

7. Einrichtung nach Anspruch 5 und 6, gekennzeichnet durch ein Stellglied (32), das bei Anlegen einer Nullspannung geschlossen ist (stromlos geschlossen).

8. Einrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Stellglied (32) ein elektrisches Negationsglied, wie ein Relais o. ä., vorgeschaltet ist, so daß bei Unterbrechung der elektrischen Leitung (34) das Relais schaltet, am Stellglied (32) daraufhin Spannung anliegt und das Stellglied (32) schließt (stromlos offen).

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, gekennzeichnet durch mehrere Betätigungselemente, die jeweils als Trennzahn (40) ausgebildet sind, und mindestens einen Sensor (36), der mit einem für die Trennzähne (40) zugänglichen Bereich der elektrischen Leitung (34) versehen ist, so daß bei axialer Verschiebung des Rotors (26) die Trennzähne (40) die elektrische Leitung (34) durchtrennen.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Trennzähne (40) um die Längsachse (38) der Welle (16) herum und konzentrisch zu dieser angeordnet sind, die Sensoren (36) Ausnehmungen (46) aufweisen, in die die mit der Welle (16) und/oder dem Rotor (26) mitdrehenden Trennzähne (40) bei einem Bruch der Welle (16) eingreifen.

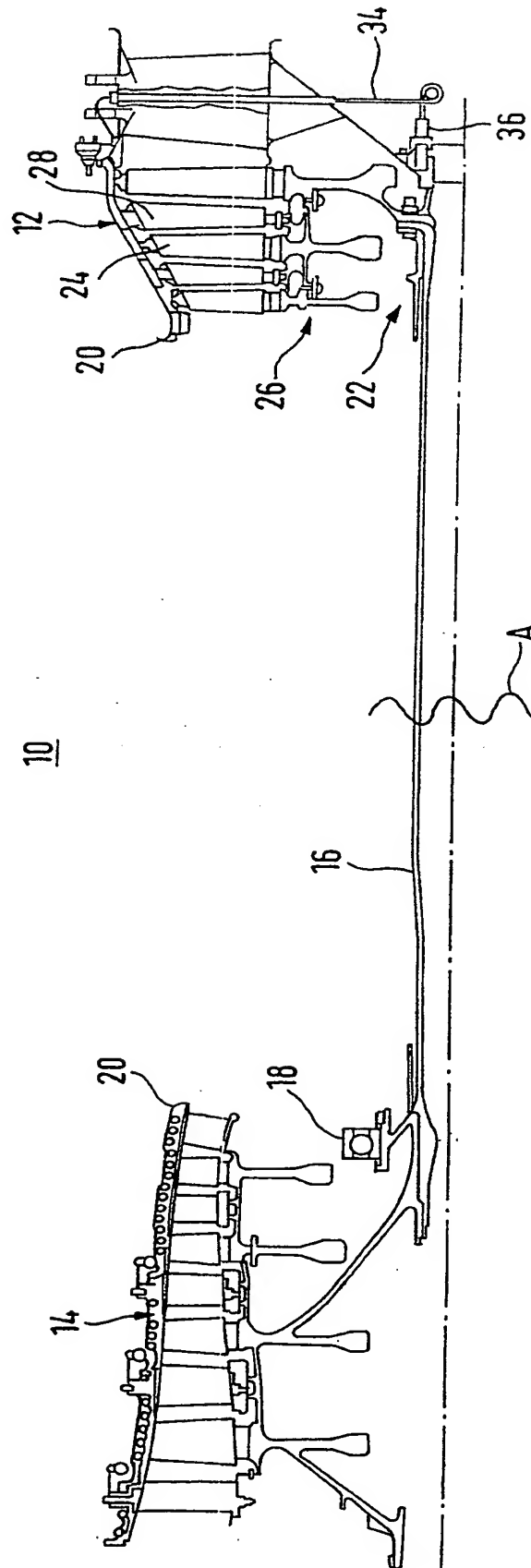
11. Einrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Trennzahn (40) jeweils eine elektrisch isolierende Beschichtung aufweist oder aus einem elektrisch isolierenden Material, wie Keramik, besteht.

12. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine optische Leitung die Signalleitung (34) bildet.

13. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein Magnetventil (34) als Stellglied.

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Notführung für den Rotor (26) vorgesehen ist, die bei Bruch der Welle (16) und der sich dabei ergebenden axialen Verschiebung des Rotors (26) relativ zum Gehäuse (20) die Aktivierung des Sensors (36) durch das Betätigungselement (40) gewährleistet.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



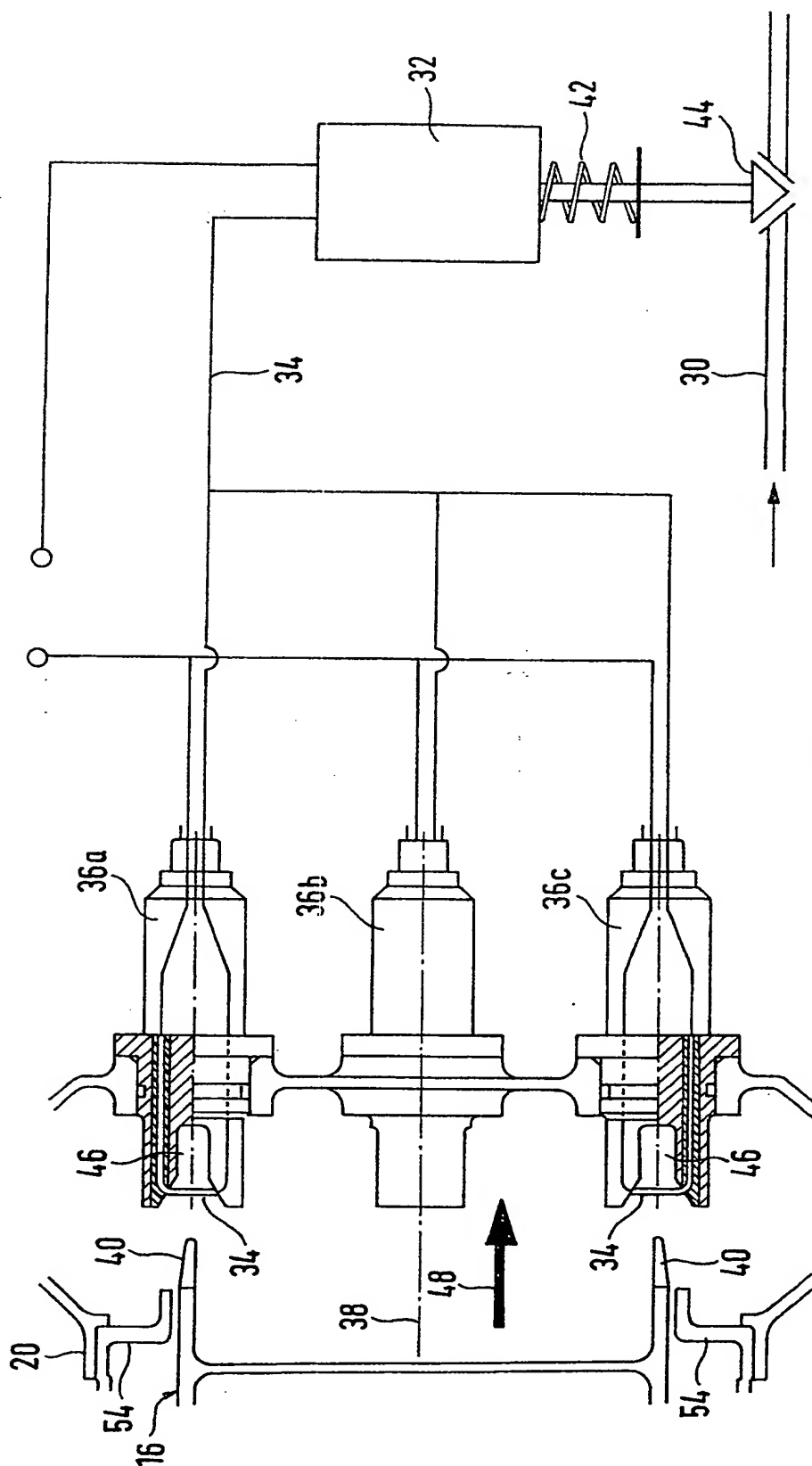


FIG. 2

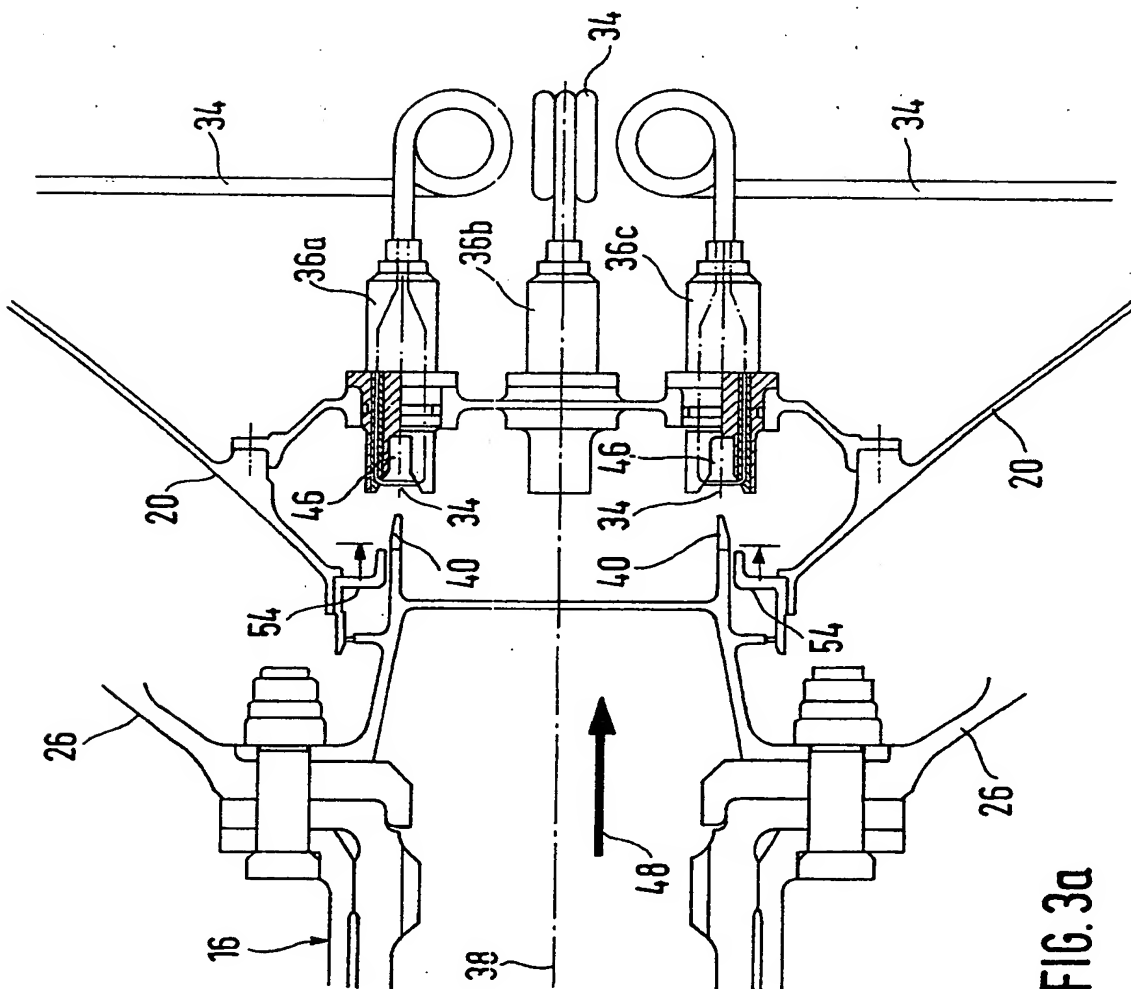


FIG. 3a

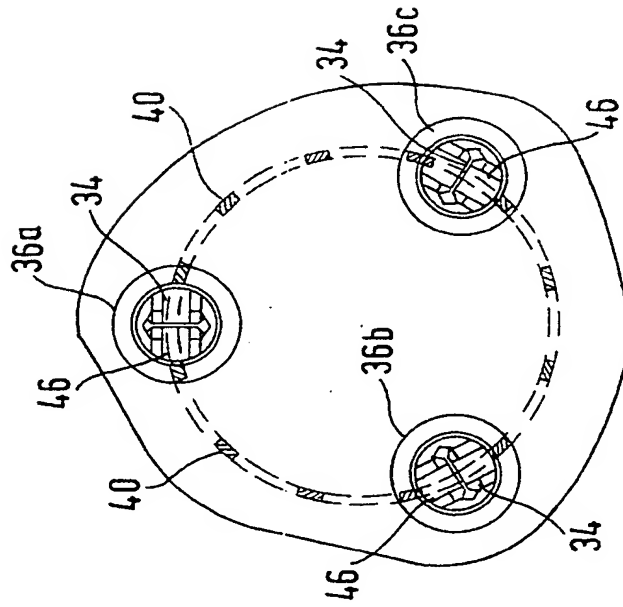


FIG. 3b

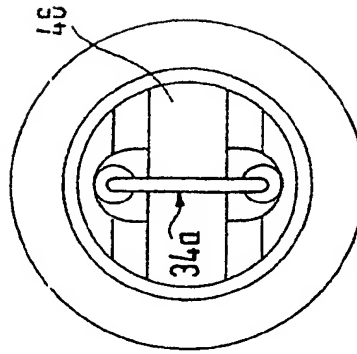


FIG. 4b

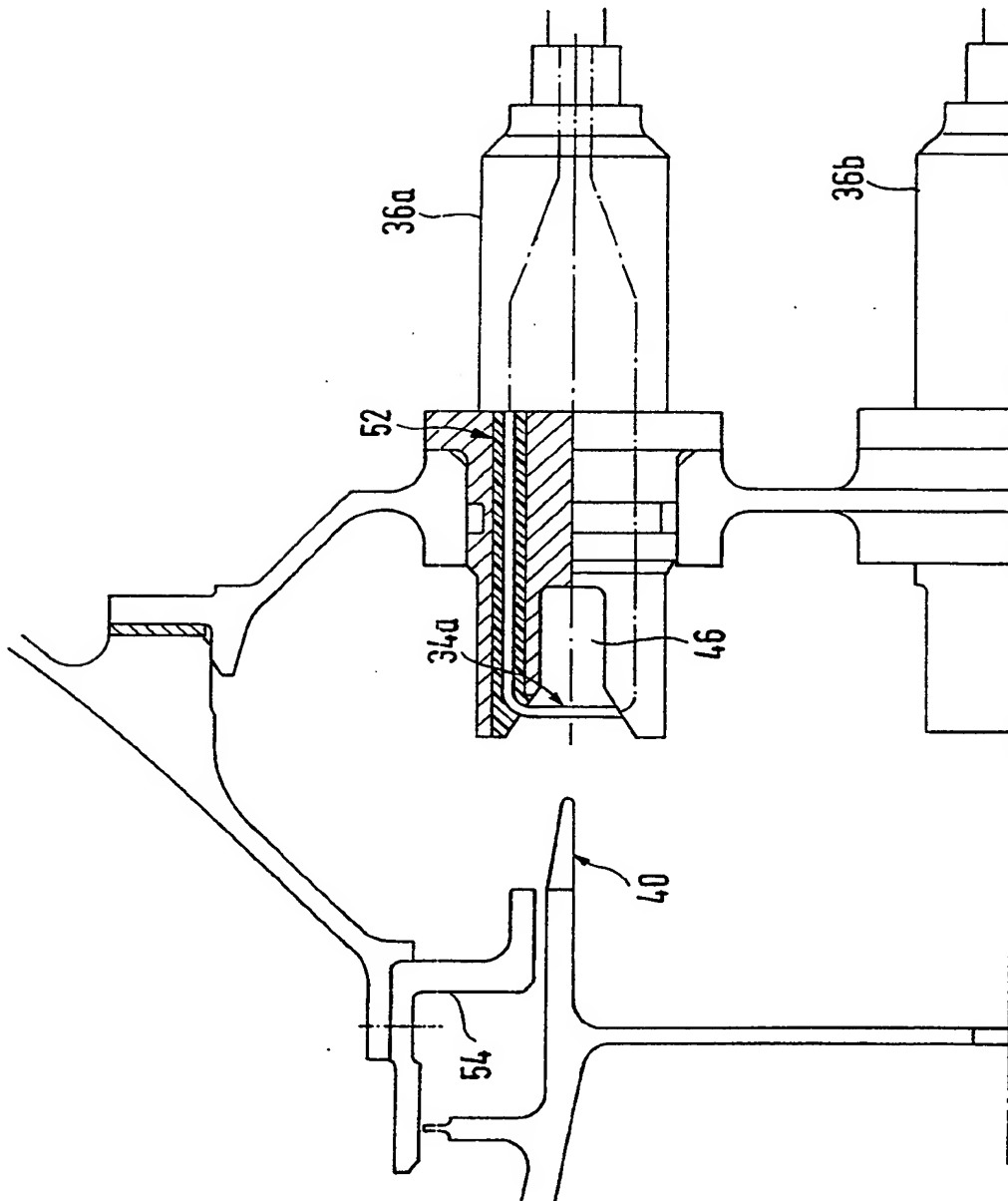


FIG. 4a